FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1960

THÈSE

N° 847

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

PAR

Janine R E Y

née le 24 Juin 1935 à NEUILLY-sur-SEINE

Présentée et soutenue publiquement le :

LE LAIT STERILISE

QUELQUES CONSIDERATIONS TECHNIQUES BIOLOGIQUES ET BACTERIOLOGIQUES

Président : Mr. BOYER, Professeur

ÉDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-Ve

1960

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1960

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

PAR

Janine R E Y

née le 24 Juin 1935 à NEUILLY-sur-SEINE

Présentée et soutenue publiquement le :

LE LAIT STERILISE

QUELQUES CONSIDERATIONS TECHNIQUES BIOLOGIQUES ET BACTERIOLOGIQUES

Président : Mr. BOYER, Professeur

ÉDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-Ve

16

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

PROFESSEURS

18-1-60

18-1-60

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Aubin (A.), Bénard (H.), Brocq (P.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Chabrol (E.), Champy (C.), Chevallier (P.), Debré (R.), Donzelot (E.), Gastinel (P.), Guillain (G.), Halphen (E.), Harvier (P.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Lantuejoul (P.), Laroche (G.), Laubry (C.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Loeper (M.), Marion (G.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Monod (R.), Moreau (R.), Olivier (E.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis, Richet (C.), Strohl (A.), Tanon (L.).

DOYEN . . . . . Léon **BINET.**
Membre de l'Institut

ASSESSEUR. . . . . Jean **VERNE.**

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	CORDIER (G.)
» (Prof[r] à titre personnel)	DELMAS (A.)
Anatomie pathologique	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Bactériologie	FASQUELLE (R.)
Biochimie médicale	JAYLE (M. F.)
» » (Prof[r] à titre personnel)	SCHAPIRA (G.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
» » (Prof[r] à titre personnel)	BOURLIÈRE (F.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Clinique carcinologique chirurgicale (Inst. G. Roussy)	REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)	MOUQUIN (M.)
Cliniques chirurgicales — Beaujon	SICARD (A.)
Cliniques chirurgicales — Cochin	QUÉNU (J.)
Cliniques chirurgicales — Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
Cliniques chirurgicales — Saint-Antoine	GOSSET (J.)
Cliniques chirurgicales — Salpêtrière	MOULONGUET (P.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)	FÈVRE (M.)
Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice (Cochin)	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	GAUDART-D'ALLAINES (F. de)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laënnec)	MATHEY (J.)
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J.)
Clinique de génétique médicale (Enfants-Malades)	LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)	FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (St-Louis)	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)	CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Ste-Anne)	DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)	MARCHAL (G.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	ALAJOUANINE (T.)
Cliniques médicales — Boucicaut	LENÈGRE (J.)
Cliniques médicales — Broussais	SOULIÉ (P.)
Cliniques médicales — Cochin	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Cliniques médicales — Hôtel-Dieu	BARIÉTY (M.)
Cliniques médicales — Pitié	DREYFUS (G.)
Cliniques médicales — St-Antoine	KOURILSKY (R.)
Clinique médicale d'hydrologie thérapeutique et climatologie (Bichat)	DEBRAY (C.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	GENNES (L. de)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hotel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Cliniques obstétricales — Baudelocque	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales — Foch (Suresnes)	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	RENARD (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Laribolsière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (St-Vincent-de-Paul)	LELONG (M.)
Clinique de pédiatrie Sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laënnec)	BERNARD (E.)
Clinique psychiatrique infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Pitié)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	SÉNÈQUE (J.)
Clinique thérapeutique médicale (St-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique urologique (Cochin)	FEY (B.)
Embryologie	GIROUD (A.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie (Laribolsière)	SÈZE (S. de)
Histologie	VERNE (J.)

	MM.
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	TURPIN (R.)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (P.)
— — (Profr à titre personnel)	DEPARIS (M.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	PIÉDELIÈVRE (R.)
Parasitologie	GALLIARD (H.)
Pathologie chirurgicale	COUVELAIRE (R.)
Pathologie exotique	LAVIER (G.)
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	MILLIEZ (P.)
Pathologie et thérapeutique générales	GARCIN (R.)
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
» (Profr à titre personnel)	LÉVY (Mlle J.)
Physiologie	BINET (L.)
» (Profr à titre personnel)	BARGETON (D.)
Physique médicale	DOGNON (A.)
» » (Profr à titre personnel)	DJOURNO (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	LÉGER (L.)
Thérapeutique	BROUET (G.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAITRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

	MM.
Anatomie	CABROL (C.) COUINAUD (C.) OLIVIER (G.)
Anatomie pathologique	GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.) pr. s. ch. BUSSER (F.) GOUYGOU (Ch.) ORCEL (L.) PAILLAS (J.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)
Bactériologie	NÉVOT (A.) pr. s. ch. BARBIER (P.) CHRISTOL (D.) TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	DESGREZ (P.), pr. s. ch. POLONOSKI (J.), m. conf.
Biologie appliquée à l'Education Physique et aux Sports	PLAS (F.)
Carcinologie	DENOIX (P.) MATHE (G.)
Dermato-Syphiligraphie	DUPERRAT (B.)
Electro-Radiologie	LEDOUX-LEBARD (G.)
Embryologie	TUCHMANN-DUPLESSIS (H.), pr. s. ch.
Hématologie	BILSKI-PASQUIER (G.) DAUSSET (J.)
Histologie	COUJARD (R.) pr. s. ch. MAROIS (M.) RACADOT (J.)
Hydrologie	CORNET (A).
Hygiène	BOYER (J.), pr. s. ch. CORRE-HURST (Mme L.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.) DUPONT (V.)
Médecine légale	DERIBERT (L.), pr. s. ch. HADENGUE (A.) FOURNIER (E.) GUENIOT (M.)
Médecine du travail	ALBAHARY (C.)
Neurologie	LHERMITTE (F.)
Obstétrique	GRANJON (A.) HERVET (E.) LE LORIER (G.) MORIN (P.) MUSSET (R.) ROBEY (M.) THOYER-ROZAT (J.)
Ophtalmologie	BRÉGEAT (P.) SARAUX (H.)

	MM.
Orthopédie	JUDET (R.) RAMADIER (J.)
Oto-rhino-Laryngologie	DEBAIN (J.)
Parasitologie	BRUMPT (L.C.), pr. s. ch. CHABAUD (A.)
Pathologie chirurgicale	BARCAT (J.) BINET (J.-P.) CAUCHOIX (J.) CHATELIN (C.-L.) DUBOST (Ch.) DUBOST (Cl.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GERMAIN (A.) LAURENCE (G.) agr. pér. LORTAT-JACOB (J.-L.) LOYGUE (J.) MERCADIER PERROTIN (J.) ROBERT (H.) THOMERET (G.)
Pathologie exotique	SCHNEIDER (J.)
Pathologie expérimentale	CROSNIER (J.) HARTMANN (L.) LŒPER (J.) MAURICE (J.) RICHET (G.)
Pathologie médicale	AUSSANNAIRE (M BOUR (H.) BOUVIER (J.) BOUVRAIN (Y.) BRICAIRE (H.) BRISSAUD (H.) BROCARD (H.) BUGE (A.) CASTAIGNE (P.), m. conf. CATINAT (J.) CONTAMIN (F.) COURY (C.) FREZAL (J.) HOUSSET (E.) LAROCHE (Cl.) LESOBRE (R.) MACREZ (C.) NICK (J.) PEQUIGNOT (H.) m. conf. ROYER (P.) WOLFROMM (R.)

	MM.
Pédiatrie-Puériculture	JOSEPH (R.) MANDE (R.) MOZZICONACCI (P.) POLONOVSKI (C.) ROSSIER (A.)
Pharmacologie	BOISSIER (J.) LECHAT (P.)
Physiologie	PARROT (J.), pr. s. ch. DEJOURS (P.)
Physique médicale	GOUGEROT (L.), m. conf. pr. s. ch. KELLERSHOHN
Pneumo phtisiologie	KREIS (B.)
Psychiatrie	PICHOT (P.)
Psychiatrie infantile	DUCHÉ (D.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)
Stomatologie	CERNÉA (P.) CHAPUT (Mme A.), m.c. agr GRELLET (M.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.) LAMOTTE (M.)
Urologie	QUENU (L.)

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent.

	MM.
Anatomie	DEBEYRE
Clinique chirurgicale	ABOULKER (P.) AMFLINE (A), pr. s. ch. HUGUIER (J.) OLIVIER (C.) PADOVANI (P.) POILLEUX (F.) ROUX (M.) VERNE (J.-M.)
Clinique médicale	BOUDIN (G.) CONTE (M.) DOMART (A.) PERRAULT (M.) RAMBERT (P.) THIEFFRY (S.) TURIAF (J.)
Clinique obstétricale	GRASSET (J.) LEPAGE (F.) MAYER (M.) RAVINA (J.)
Clinique ophtalmologique	DESVIGNES (P.) OFFRET (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique	MADURO (R.)
Clinique pédiatrique et puériculture	LAPLANE (R.)
Clinique psychiatrique	BARUK (H.)
Clinique urologique	KUSS (R.)
Médecine légale	GAULTIER

IV. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie	HAUDUROY (P.) Pr. s. ch
Biochimie médicale	ETTORI (J.) Pr. à t. pers.
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr. s. ch.

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Secrétaires	Mme BEURLAND (H.), Mlle CHAINTREUIL (G.), Mlle HURÉ (A.)
Conservateur en Chef	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateurs	Mlles DUMAITRE (P.), GOICHON (A-M.)
Bibliothécaires	Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlles LAURENT (H.,), LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considerées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A mes grands-mères

A mes très chers Parents,

Qui m'ont entourée de tant d'affection et qui m'ont permis de choisir la profession que j'aimais par tous les sacrifices qu'ils ont acceptés de grand coeur.

Qu'ils veuillent bien trouver ici toute ma reconnaissance et mon immense affection.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41538108_0033

A Monsieur le Professeur BOYER

Inspecteur des Services d'Hygiène,

Officier de la Légion d'Honneur

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de ma très respectueuse gratitude.

A Mademoiselle le Docteur TISSIER

Chef de Laboratoire des Epidémies,

Chevalier de la Légion d'Honneur

Qui m'a inspiré le sujet de cette thèse, m'a ouvert son laboratoire et guidée de si utiles conseils.

Qu'elle trouve ici l'expression de ma vive reconnaissance.

A mes Maîtres à la Faculté et dans les Hôpitaux

En reconnaissance de tout ce qu'ils m'ont appris.

LE LAIT STERILISE

-:-:-:-:-:-:-:-:-

PREMIERE PARTIE

DEFINITION - HISTORIQUE ET FABRICATION

Chapitre I

QU'EST-CE QUE LE LAIT STERILISE ?

Au cours de la Réunion plénière de la Commission de Bactériologie du Lait le 30-11-55, on proposa une définition du Lait Stérilisé (Art.I) :

"Le lait stérilisé est du lait entier, partiellement écrémé ou écrémé, homogénéisé dont la conservation est assurée par l'emploi combiné des deux techniques suivantes:

I - Conditionnement dans un récipient étanche (aux liquides, aux gaz et aux micro-organismes) dans des conditions qui pourront être définies pour chaque type de récipient.

II - Traitement par la chaleur ou par tout autre procédé qui pourra être autorisé par arrêté pris de concert par le Ministre de l'Agriculture et le Ministre de la Santé Publique et de la Population après avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

Ce traitement doit être effectué dans une installation et à l'aide d'une technique assurant la destruction des spores thermorésistantes de Clostridium Botulinum et de Clostridium perfringens.

Le lait ainsi traité doit supporter sans altération une incubation d'au moins 20 jours à 32° c, et 10 jours à 55° c.

Donc le Lait Stérilisé est un Lait entier, homogénéisé, de conservation pratiquement indéfinie car bactériologiquement pur.

HISTORIQUE

Chapitre II

Dès 1860 PASTEUR proposa le chauffage à 55-65° pour améliorer la qualité de conservation du produit. Il expliqua que le Lait et le Vin deviennent acides par l'action de la fermentation microbienne. Le fait de soumettre le Lait à 60° quelques instants évitait ces inconvénients. C'est ce que l'on devait appeler la Pasteurisation.

Puis en 1886 SOXHLET chauffa le Lait en bouteilles et proposa la Stérilisation.

Ce fut HAILWOOD en 1894 qui préconisa la méthode qui jusqu'en 1930 (date de l'apparition du Lait Homogénéisé) restera sans grand changement.

La même année en ALLEMAGNE un projet de Commercialisation fut mis sur pied, mais la tentative s'avèra sans succès. De plus à cette époque l'aspect n'était pas homogène. Le goulot était obturé par un bouchon de de crème, et la répartition de la crème était différente suivant les étages du flacon. Cet obstacle fut surmonté par GAULIN en 1899, qui découvrit un procédé permettant de fixer la composition du Lait ; c'était l'HOMOGENEISATION. Son appareil fut présenté en 1900 à l'Exposition Universelle, puis perfectionné, car au départ, le lait sous forte pression passait dans des orifices de la taille d'un cheveu. Mais GAULIN s'aperçut que les globules gras du lait sont 600 fois plus petits que le diamètre d'un cheveu. Aussi il mit au point une deuxième technique qui consistait à chauffer le lait à 85° C, sous une pression de 300 Kgs, sur une surface polie. Il prit un nouveau brevet en 1902.

En 1904 ALLEN fit connaître le Lait homogénéisé aux U.S.A.

En 1930, introduction en France du Lait homogénéisé dans le commerce. Mais, ce n'est qu'en 1937-1938 que MM. PIEN, CARVALLO, CHEFTEL & THOMAS mettent au point un mode opératoire et un appareillage donnant au Lait Stérélisé des caractères organoleptiques peu différents de ceux du Lait Pasteurisé.

La technique employée était :

- Conditionnement en boîte de fer blanc.
- Désaération.
- Homogénéisation.
- Réchauffage à 90° c
- Mise en boîte à cette température.
- Stérilisation pendant 3, 5 à 4 minutes à 125° c avec rotation rapide de la boîte autour de son axe.
- Refroidissement à l'eau courante.

La guerre de 1939-1945 a interrompu cette activité et ce n'est que ces dernières années, surtout depuis 1947, que la préparation du Lait Stérilisé en bouteilles a été entreprise en France. De nombreuses installations ont vu le jour et ont donné à ce produit une place non négligeable sur le marché laitier de notre pays.

LA FABRICATION DU LAIT STERILISE

Chapitre III

Les procédés modernes de fabrication comprennent 4 opérations principales :

1 - Les opérations préliminaires

2 - Le traitement avant la stérilisation.

3 - L'embouteillage et le capsulage

4 - La stérilisation proprement dite.

Les laits arrivant à l'usine sont sélectionnés par tri à l'alcool, l'acidité de 18° DORNIC étant le maximum acceptable.

En tous cas, il ne faut pas perdre de vue qu'afin d'obtenir un bon Lait Stérilisé, il est indispensable d'utiliser une matière de première qualité.

I - OPERATIONS PRELIMINAIRES

A - EPURATION -

Le lait à stériliser doit être épuré. L'épuration doit éliminer les débris organiques de toutes sortes (cellules épithéliales - leucocytes - produits d'origine pathologique) qui déposeraient après chauffage en un fin dépôt brunâtre.

Cette épuration peut s'effectuer de deux façons :

- soit par filtration.
- soit par ultra-centrifugation.

a - Filtration :

Cette opération nécessite un premier réchauffage obtenu en intercalant l'appareil de filtration dans le circuit de réchauffage.

La filtration proprement dite consiste à faire passer le lait à travers un tissu à mailles serrées, ou sur une couche de cellulose. La filtration n'assure pas l'élimination totale des débris qui est obtenue par :

b - L'épuration par centrifugation.

Dans ce cas l'élimination des impuretés est plus rapide et plus complète.

Les appareils employés sont :

- soit des écrémeuses,
- soit des épurateurs.

La vitesse de la centrifugeuse étant calculée pour que seules les impuretés soient séparées.

B - DESAERATION ET DESODORISATION.

La série des opérations préliminaires se termine par la désaération et la désodorisation qui éliminent les gaz dissous et les substances volatiles malodorantes.

On peut utiliser :

- Soit une chambre de dégazage :
  Placée au sortir de l'élément de pasteurisation, une pompe à vide réalisant une dépression de 50 cms. de mercure,

- Soit une enceinte cylindrique verticale avec des plateaux superposés où le lait s'écoule en cascades ce qui facilite le dégagement des gaz qui sont aspirés par un orifice ménagé à la partie supérieure de l'appareil.
  Ainsi épuré, désaéré, désodorisé, le Lait est prêt pour :

II - LE TRAITEMENT AVANT LA STERILISATION -

Ce traitement comprend 3 stades : - 2ème réchauffage
- Homogénéisation
- Préstérilisation.

A - LE 2ème RECHAUFFAGE

s'effectue, soit par un réchauffeur continu
soit par un réchauffeur fonctionnant par échange de chaleur entre le lait à réchauffer et le Lait qui sort du préstérilisateur.

La température à atteindre est de 65 à 70° c.

Le réchauffage prépare le 2ème stade, l'homogénéisation, en augmentant la fluidité du lait à homogénéiser.

B - LE 2ème STADE OU HOMOGENEISATION

a pour but de briser les globules de graisse pour que leur diamètre ne dépasse pas 2 microns.

L'homogénéisation s'obtient en faisant circuler le lait chauffé à 70° c sous une pression de 250 kgs/cm^2 dans un espace de 2,5 microns.

La vitesse d'écoulement étant de 200 m/sec. dans ces conditions la durée de l'homogénéisation serait de 1/10.000 de seconde.

- Un autre procédé consiste à soumettre le lait en couche mince (2 mms) à des vibrations de fréquence sonique. L'homogénéisation est ainsi moins complète qu'avec le procédé précédent.

Comment expliquer la rupture des globules de graisse ?

- soit par érosion de la membrane protidique des globules,
- soit par l'explosion des globules au moment de la détente,
- soit par le choc sur les parois.

De toute façon le résultat obtenu est un lait homogène dont l'écrémage spontané ne se produit plus, et permet d'obtenir "des Laits à caillés mous "beaucoup plus digestibles".

C - LE 3ème STADE

qui termine le traitement avant stérilisation est une pasteurisation à haute température ou préstérilisation.
C'est un chauffage au-dessus de 100° - 130° - 140° c, suivant la formule "Haute température -court temps".

Cette haute température pendant un temps très court permet d'adopter des conditions thermiques moins sévères lors de la stérilisation finale, ce qui permet de sauvegarder les caractères organoleptiques du Lait.

L'opération se fait à l'abri de l'air, soit dans des appareils à plaques, qui ne sont que des pasteurisateurs adaptés pour travailler à 120-125° c, soit dans des appareils tubulaires pour des températures de 130-135° c (appareil de STORK), soit enfin, dans des appareils plus modernes. Ces derniers sont en Europe, l'Upérisateur (ALPURA-BERNE) et le LAGUILHARRE (LAGUILHARRE-COURBEVOIE),

le premier injectant la vapeur dans un courant de lait, le second pulvérisant le lait dans une ambiance de vapeur.

Ces deux derniers appareils permettent d'atteindre des températures de 145° à 150° c.

L'opération de préstérilisation se termine par le refroidissement du lait à 65° - 70° c par l'échange de chaleur avec le lait qui se dirige vers l'homogénéisateur.

D - Quant à l'ordre chronologique de ces 3 stades de la préstérilisation, en général il est encore controversé. Avant 1955, l'homogénéisateur était en général placé avant le préstérilisateur, actuellement la tendance évolue plutôt à le placer après.

Selon les expériences de Monsieur Cl. PEYLET (Etudes techniques. - Lait stérilisé ou Lait stabilisé) il serait préférable de "placer l'homogénéisateur après, car dans la plupart des cas l'homogénéisation paraît meilleure, quelques soient les valeurs de la température du lait, et de la pression d'homogénéisation".

De plus, toujours selon le même auteur, dès 1954, celui-ci a pu contrôler du lait upérisé Suisse, mis en boîte aseptiquement sans stérilisation finale. Il a analysé un lot après quelques jours d'étuvage, et un autre lot après un mois de stockage, puis quelques jours d'étuvage. Les résultats ont été dit-il, en tous points parfaits.

III - EMBOUTEILLAGE ET CAPSULAGE DU LAIT PRESTERILISE -

Entre les traitements précédents infligés au lait et la stérilisation proprement dite, se situe l'embouteillage du lait et le capsulage des bouteilles.

1 - Entre la préstérilisation et l'embouteilleuse il est intercalé "un bac tampon" servant de volant entre l'embouteilleuse et l'homogénéisateur ou le préstérilisateur selon les cas. Le débit de ces 2 derniers appareils n'étant pas le même que celui de l'embouteilleuse. Deux cas sont à envisager :

- Si l'on embouteille à froid (20° c ou en-dessous) il n'est pas besoin de remuer le lait dans ce bac.
- Si l'on embouteille à chaud (60 à 80° c) il est bon d'y adjoindre un petit agitateur évitant la formation d'une "peau" qui risquerait de tomber par morceaux dans les bouteilles.

2 - L'embouteillage :

C'est le point critique de la chaîne du lait stérilisé (d'après M. Cl. PEYLET) d'où l'importance du lavage des bouteilles, principalement des bouteilles retour de clientèle. S'il est assez facile d'obtenir un excellent mouillage sur des bouteilles sortant de la verrerie, cela l'est beaucoup moins sur des bouteilles ayant déjà servi. Cependant selon cet auteur, si méticuleusement que l'on opère, si propres que soient les bouteilles au sortir de la laveuse, la flore qui y demeure est, dans les meilleures conditions, la plupart du temps de quelques dizaines à plusieurs milliers de germes par bouteille d'un litre ; dans cette flore abondante il existe des germes hautement thermorésistants. De même, des contrôles de l'air furent faits en ouvrant des boîtes de Pétri autour de l'embouteilleuse et en contrôlant après 3 jours à une température de 25° à 45° c. Il a été trouvé : des moisissures, des cocci, des bâtonnets, certains identiques à ceux trouvés dans le lait. C'est pourquoi cet auteur propose l'emploi des U.V. pour la désinfection de l'air autour de l'embouteilleuse.

3 - Le capsulage

La capsule est un bouchon couronne passant dans une capsuleuse. Pendant le trajet dans la machine où le bouchon

séjourne un temps plus ou moins long, les contaminations sont assez importantes.

4 - Il faut mettre à part le problème du Lait stérilisé présenté en boîtes.
L'emboîtage et le sertissage se fait (appareil MARTIN U.S.A.)

1 - Par stérilisation des boîtes par vapeur surchauffée (+de 200° c)

2 - Remplissage de la boîte stérile par le Lait sortant de la préstérilisation, donc stérile lui aussi.

3 - Stérilisation des couvercles avec de la vapeur surchauffée comme pour les boîtes.

4 - Enfin sertissage sous air stérilisé.

Cet appareil a obtenu du succès aux U.S.A.

IV - LA STERILISATION PROPREMENT DITE.

Pour la stérilisation on dispose actuellement de 4 appareils :

1 - Autoclaves alimentés de manière continue.

2 - Appareils à pression de vapeur alimentés de façon continue.

3 - des appareils à "colonnes de pression d'eau" alimentés de façon continue.

4 - Upérisateur ou procédé continu de stérilisation instantanée par condensation directe de vapeur. Pour chaque appareil les opérations à pratiquer sont les mêmes :

1 - Réchauffage

2 - Stérilisation

3 - Refroidissement.

1 - Autoclaves alimentés de façon continue

Le lait étant contenu dans des récipients fermés hermétiquement (bouteilles ou boîtes métalliques) la stérilisation peut se faire de deux façons.

a - Stérilisation en récipients immobiles.

b - Stérilisation en récipients mobiles.

a - Dans le premier cas ces récipients immobiles sont soit dans la position verticale, soit dans la position horizontale. Les autoclaves sont chauffés par de la vapeur à basse pression. La température à atteindre est de 110° c et doit être maintenue 30 minutes, puis on refroidit par de l'eau tiède, puis par de l'eau de plus en plus froide.

b - Dans le second cas, les récipients sont mobiles ; l'autoclave est toujours chauffé par de la vapeur à basse pression ; l'agitation des récipients est obtenue, soit par rotation de l'autoclave lui-même, soit par agitation de paniers contenant les récipients.

Cette 2ème méthode est préférable à la première, car l'agitation permet d'atteindre rapidement la température de stérilisation.

2 - Appareils à pression de vapeur alimentés de façon continue.

Ce deuxième procédé ne convient qu'à la stérilisation du lait en boîtes métalliques.
Les boîtes cheminent dans 3 cylindres horizontaux.

- Dans le 1er cylindre s'effectue un réchauffage graduel pendant 15 à 25 minutes jusqu'à la température de stérilisation.

- Dans le 2ème cylindre les boîtes et leur contenu sont stérilisés à une température de 110° à 117° c pendant une douzaine de minutes. Ce cylindre est chauffé à la vapeur.

- Dans le 3ème cylindre s'effectue le refroidissement progressif des boîtes jusqu'à la température ambiante, obtenue par trempage dans l'eau froide.

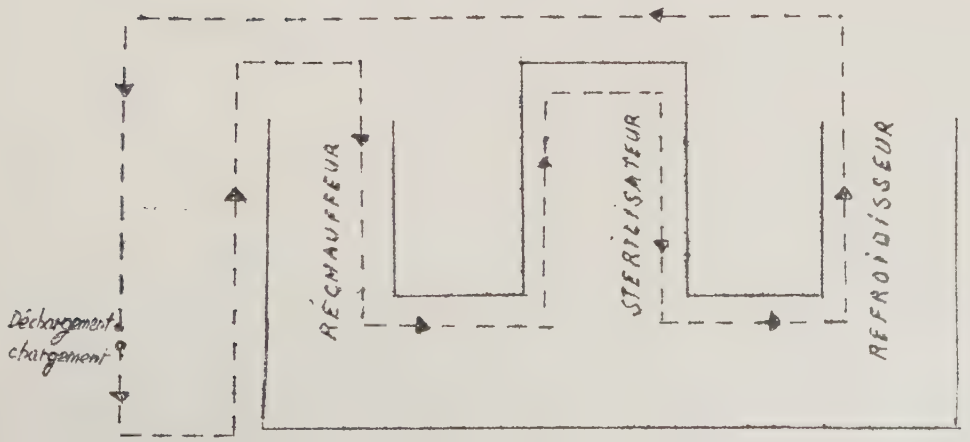
Ce matériel du fait de son fonctionnement continu ne convient qu'aux grandes installations.

3 - Appareils à "colonnes de pression d'eau" alimentés de manière continue.

Ces appareils constituent un grand progrès, d'une grande simplicité, un seul ouvrier peut en assurer le service. Ils comprennent :

Une chambre de stérilisation à vapeur sous pression, reliée à l'atmosphère par 2 colonnes d'eau ouvertes à l'air libre, dont la hauteur correspond à la pression de la vapeur de la chambre de stérilisation, lui faisant ainsi équilibre.

Ces deux colonnes permettent l'entrée et la sortie des récipients. Dans la première la température augmente régulièrement de haut en bas de 70° à 100° c. C'est le réchauffeur. Dans la 2ème la température diminue régulièrement de bas en haut, c'est le refroidisseur (de 110 - 118° c à 70° c)



Dans la chambre de stérilisation, la température monte différemment suivant les différents types d'appareils :

- Dans l'appareil français (CARVALLO) :

  116° c pendant 20' sans préstérilisation préalable.

  116° c pendant 17' avec préstérilisation préalable.

- Dans l'appareil anglais (WEBSTER) :

  110° c pendant 40' sans préstérilisation préalable.

  115° c pendant 17' avec préstérilisation préalable.

- Dans l'appareil Hollandais (STORCK) :

  114° c pendant 20' avec préstérilisation préalable.

- Dans l'appareil Franco-anglais (BREIL) :

  115° c pendant 17' avec préstérilisation préalable.

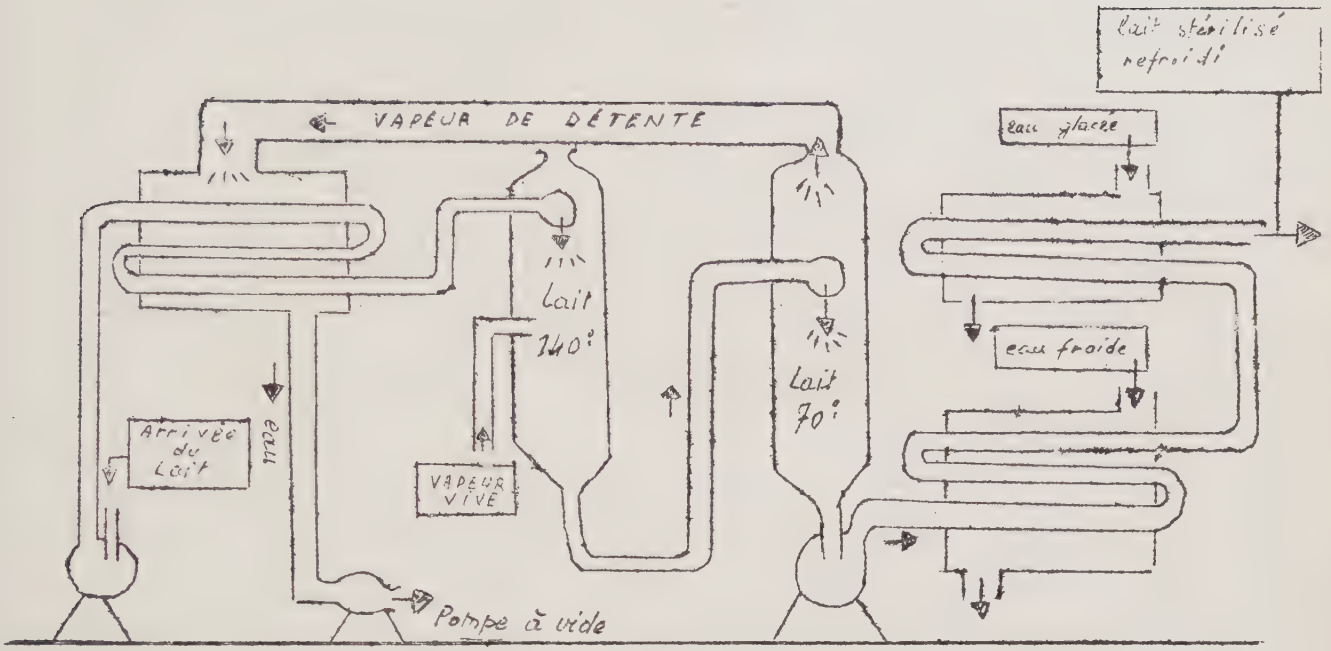
Malgré le progrès apporté par ces différentes machines, la perfection n'est pas atteinte, quant aux qualités organoleptiques des produits, le séjour à la température de stérilisation étant trop long et l'agitation insuffisante.

4 - L'upérisation ou procédé continu de stérilisation instantanée par condensation directe de vapeur, réalise l'ascension rapide de la température par condensation directe de vapeur dans le lait. Les upérisateurs se divisent en 2 groupes :

1 - Ceux qui pulvérisent le lait dans une ambiance de vapeur (MURRAY & LAGUILHARRE)

2 - Ceux qui injectent de la vapeur dans le lait (upérisation proprement dite).

1 - Procédé LAGUILHARRE



Le lait subit un premier chauffage dans un appareil tubulaire, puis il est pulvérisé dans une ambiance de vapeur sous pression (la vapeur étant stérile, filtrée, épurée, adsorbée sur des surfaces actives). Le procédé assure un chauffage très rapide à haute température. Après passage dans un appareil assurant la séparation du lait et de la vapeur par détente, le lait passe dans un 2ème appareil tubulaire, d'où il sort refroidit.

D'après les constructeurs, le lait ainsi traité est stérile et n'a pas subi de perte en Vitamines C et en extrait sec.

2 - Upérisation

Le lait est chauffé rapidement et uniformément par injection de vapeur stérile et filtrée comme précédemment, directement dans le lait. La vapeur est animée d'un mouvement turbulent et à la température s'ajoute un effet

ultra-sonique et de cavitation. La température atteinte est de 150° c pendant 0,7 seconde ; puis le lait sort sous pression de l'upérisateur et est dirigé vers un récipient d'expansion.

Dans ce récipient se réalisent 4 opérations :

- L'homogénéisation des globules gras (qui n'a pas eu lieu dans cette technique lors du traitement subi par le Lait avant la stérilisation).
- Un abaissement spontané de température, produit par la détente.
- Une élimination d'une certaine quantité d'eau compensant le mouillage par injection de vapeur.
- Une nouvelle distillation des produits volatiles et des odeurs indésirables et acides, par le départ de la vapeur.

  La vapeur ainsi libérée par l'expansion passe dans un séparateur de buée pour y déposer les gouttelettes de lait qu'elle contient, et sert ensuite au préchauffage du lait suivant. Le Lait est alors entraîné dans une pompe stérile qui le pousse à travers un réfrigérateur à eau.

D'après les constructeurs, la valeur biologique du lait upérisé serait supérieure à celle du lait stérilisé ordinaire, principalement pour les qualités organoleptiques qui sont préservées par le principe même de l'appareil "Haute température court temps".

5 - Conditionnement Stockage et distribution :

Le lait qui sort du stérilisateur se présente actuellement sous deux formes :

- soit en bouteilles de verre blanc,
- soit en boîtes métalliques.

Il semble que les bouteilles en verre blanc, présentent de nombreux désavantages :

1 - lavage difficile des bouteilles d'où contamination importante.

2 - Procédé de stérilisation inférieur à celui employé pour les boîtes :

110° à 115° c pendant 15 à 30 minutes pour les bouteilles -

125° c pendant quelques minutes seulement pour les boîtes métalliques.

Les boîtes permettent donc l'emploi de la formule "Haute température court temps" qui conserve au Lait des propriétés organoleptiques moins différentes de celles du Lait cru ou pasteurisé.

3 - Enfin il est démontré actuellement que le stockage du lait stérilisé doit se faire à l'abri de la lumière, celle-ci présentant un effet destructeur important vis-à-vis des vitamines du groupe B et C.

Les boîtes métalliques sont alors beaucoup plus efficaces que les bouteilles en verre blanc, ou alors celles-ci doivent être remplacées par des bouteilles en verre brun.

Néanmoins, qu'il se présente en boîte ou en bouteille le lait stérilisé actuel évite à la ménagère l'achat journalier de lait et son ébullition, donc une perte de temps qui

est particulièrement ressentie par les classes moins favorisées où les ménagères travaillent et ne possèdent pas de réfrigérateur.

Dans les pays en cours de développement ou dans les pays de grande superficie, le lait stérilisé supporte un transport sur de longues distances, un stockage facile et supprime l'emploi coûteux des voitures frigorifiques.

DEUXIEME PARTIE

VALEUR DU LAIT STERILISE EN TANT QU'ALIMENT

Chapitre I

CARACTERES PHYSICO-CHIMIQUES & BIOLOGIQUES DU LAIT STERELISE.

I - PROPRIETES PHYSIQUES - ASPECT GENERAL :

Une bouteille de lait stérilisé ne ressemble pas à une bouteille de lait cru ou pasteurisé. Le lait y est plus dense, plus opaque et moins blanc. Cette différence est due à 3 facteurs :

- L'augmentation de la viscosité.
- L'homogénéisation
- la stérilisation.

1 - L'augmentation de la viscosité

est liée à l'homogénéisation du lait. En effet, celle-ci augmentant le nombre, et par là même la surface totale des globules de graisse, augmente la masse totale des substances adsorbées, par les globules gras.

2 - L'homogénéisation

Il résulte de l'homogénéisation que :

- la densité du lait stérilisé est uniforme quelque soit le niveau de la bouteille, l'écrémage spontané ne se produit

plus, les graisses ne déposent plus sur les parois du récipient.

3 - La stérilisation

transforme le lactose et la caséine du lait en un unique composé la lacto-caséine qui donne par la caramélisation partielle du lactose, l'aspect moins blanc du lait stérilisé. Seul dans cette caramélisation le temps d'exposition à la chaleur joue un rôle. En effet une haute température pendant un temps très court fonce moins le lait qu'une température plus faible mais maintenue pendant plusieurs dizaines de minutes.

C'est pourquoi le lait upérisé (150° c pendant 0,75 seconde) est blanc, alors que le lait stérélisé classique (115° c pendant 30 minutes) est un peu plus foncé que le lait cru.

II - PROPRIETES ORGANOLEPTIQUES -

La saveur du lait stérilisé est différente de celle du lait cru ou pasteurisé. La différence est due à la caramélisation du lactose qui selon certains auteurs serait rapidement acceptée et même recherchée par certains. La viscosité donne une impression de lait plus riche.

Enfin il arrive exceptionnellement que des bouteilles apparemment saines présentent un goût amer assez désagréable.

La population s'habitue peu à peu à la saveur spéciale du Lait stérilisé. Dans les pays étrangers sa consommation augmente constamment.

Par exemple, en Belgique pendant l'année 1950, 802.000 hectolitres de lait stérilisé furent vendus contre 466.000 hectolitres de lait pasteurisé.

Actuellement, l'importance des propriétés organoleptiques, auxquelles on s'était beaucoup attaché, diminue pour laisser le premier rôle à la valeur nutritive et aux propriétés biologiques.

"Dans l'acceptabilité d'un produit comme le lait qui n'est pas doué d'un tonus émotif très grand, le facteur appétence joue probablement un rôle secondaire par rapport aux sensations digestives qu'il procure" (TREMOLIERE).

III - PROPRIETES BIOLOGIQUES -

1 - Digestibilité :

Le lait ingéré se transforme dans l'estomac, sous l'action des ferments digestifs, en un coagulum différent suivant les variétés de lait.

a - L'action du Lab-ferment sur le coagulum

dépend de la tension de ce coagulum, qui est défini par la force en grammes qu'il faut appliquer à un dispositif de tranchage normalisé, pour lui faire traverser, à une vitesse donnée une masse de lait coagulé par la pepsine, dans des conditions de temps, de température et de pH défini.

Le lait de femme a une tension de coagulum nulle donc l'action du lab-ferment est très facile et ce lait est aisément digéré.

Le lait de vache homogénéisé et stérilisé se classe immédiatement après le lait de femme, et presque sur le même plan, puisque sa tension de coagulum est pratiquement nulle, c'est "un lait à caillé mou". Cette diminution de tension par rapport au lait cru s'explique par l'action de l'homogénéisation et de la stérilisation ; elle s'accroît avec la durée

de la température de chauffage (SPUR & WOLMANN - 1952 J. OF. Pédiatries).

Viennent ensuite par ordre de tension de coagulum croissante, donc de moins en moins digestibles,

- Le lait homogénéisé non stérilisé = 14,5
- Le lait bouilli = 31
- Le lait pasteurisé = 44,5
- Le lait cru = 51

b - La vitesse d'attaque par les enzymes protéolytiques d'cù la vitesse du transit gastrique du lait ingéré est écourtée par le chauffage du lait. - La stérilisation agit donc dans un sens favorable, facilitant l'accélération du transit gastrique. Dans l'ordre de vitesse décroissante le taux de peptonisation est :

1 - Lait de femme

2 - Babeurre

3 - Lait acidifié

4 - Lait homogénéisé, stérilisé.

5 - Lait concentré sucré.

2 - Coëfficient d'utilisation digestive des principaux constituants organiques et minéraux.- Leur valeur biologique -

Les constituants les plus importants du lait sont :

- les protéines
- les corps gras
- les sels minéraux.

a - les protéines :

1 - Le coëfficient de digestion globale est à peu près le même pour le lait cru et pour le lait stérilisé.

2 - Quant à la valeur biologique des protéines du lait stérilisé, (ou leur coëfficient de rétension chez l'enfant) elle est un peu inférieure à celle du lait cru, la cystine et la lysine semblant être les plus diminuées. La comparaison chez l'enfant est très difficile car ce que l'on perd en valeur biologique, on le gagne en digestion gastro-intestinale. Pour en tenir compte il faut adopter le coëfficient d'utilisation pratique :

$$\frac{\text{Azote retenu}}{\text{Azote ingéré} - \text{Azote fécal}}$$

3 - Au cours de la stérilisation la presque totalité de la lactalbumine est coagulée, ce qui présente un avantage quant à l'utilisation biologique de cette protéine.

b - Les corps gras

Leur digestion est facilitée pour le lait stérilisé par l'acidification et par la rupture des globules gras due à l'homogénéisation.

De plus, toute la crème contenue dans le lait est absorbée, celle-ci ne se déposant plus sur les parois du flacon.

c - Les sels minéraux :

Certains sels solubles de Calcium sont insolubilisés par le chauffage, notamment le phosphate-bicalcique - cette précipitation entraîne une baisse de la teneur du lait stérilisé en calcium diffusible : baisse de 3 % du total après 1/2 heure d'ébullition (MATTIK & HALLET J. Of. Agr. Sc. 1929), de 8 % du total après 15 minutes de chauffage à 120° c (GEHRK J. DAIRY - 1953).

Cette diminution ne risque pas d'entraîner une carence en calcium car le lait de vache renferme 3 à 4 fois plus de sels minéraux que le lait humain. Une insolubilisation même importante laisse sous forme soluble une quantité au moins égale à celle du lait de femme ; et même l'acidité du suc gastrique risquerait, par un apport trop important de sels calciques, d'être neutralisée, entraînant par là même un trouble de la digestion.

d - En résumé KON et HENRY comparant la digestibilité du lait en nature et du lait stérilisé, ont abouti aux chiffres suivants :

Lait en nature = 96

Lait stérilisé = 95

3 - Teneur en Vitamines

De nombreux auteurs se sont attachés à calculer la différence existant entre la teneur en vitamines du lait stérilisé, du lait cru ou pasteurisé. Leurs résultats sont parfois un peu différents.

1 - Vitamine C

En 1933 MOURRIQUAND releva un cas de scorbut fébrile chez une fillette de 2 ans nourrie presque exclusivement de lait

bouilli et émit l'opinion que le lait bouilli n'est pas scorbutigène si son administration exclusive n'est pas poussée au-delà de 8 mois.

KOTHAVALIA & SNIGHILL constatent une baisse de 12 à 22 % d'acide ascorbique après une ébullition rapide, de 66 % si l'ébullition est poursuivie pendant 10 minutes.

Plus récemment KON constate une perte de 50 % lors de la stérilisation.

ENGEL & VAN ECKELEN comparant la teneur en Vitamine C du lait cru, pasteurisé et stérilisé, trouvèrent les chiffres suivants :

Lait cru = 20 mg./litre
Lait pasteurisé = 6 mg./litre
Lait stérilisé = 2,5 mg./litre

De plus, au cours du stockage, la teneur en Vitamine C diminue rapidement.

Dans l'ensemble, pour obtenir une conservation maximum de la Vitamine C, il faut :

1 - Une bonne désoxygénation au cours de la stérilisation. Lorsqu'elle est bien faite, on peut conserver plus de la moitié de la quantité de vitamine C du lait cru.

2 - Une conservation à l'abri de la lumière. Mais le lait humain lui-même étant insuffisant à couvrir les besoins du nourrisson en Vitamine C, il faut dans n'importe quel type d'alimentation lactée complèter la ration par un apport exogène.

2 - Vitamine A -

Pour ENGEL la teneur en carotène dans le lait stérilisé et dans le lait pasteurisé est identique :

0,15 mg./litre.

Quant à la vitamine A elle subit une très légère diminution dans le lait stérélisé : 0,21 mg./litre, contre 0,23 mg/litre de lait pasteurisé.
Pour KON & HENRY la teneur en vitamine A n'est pas modifiée lors de la stérilisation.

Au contraire, lors des journées scientifiques du lait stérilisé en 1954, on signalait une baisse de 30 %. De toute façon cette baisse est sans gravité, puisque la teneur finale est encore égale à celle du lait de femme.

3 - Les Vitamines E et D.

ne sont pas modifiées.

4 - Les vitamines du groupe B

a - La Vitamine B_1

La vitamine B I est diminuée par la stérilisation mais les auteurs ne sont pas d'accord quant au pourcentage :

- Pour ESCUDERO - Baisse de 4 % dans le lait bouilli lentement.
- Pour DEKEN - Baisse de 21 % dans le lait stérilisé.
- Pour KON & HENRY - Baisse de 30 % dans le lait stérilisé.
- Pour ENGEL : 0,30 mg./litre de lait pasteurisé, contre 0,26 mg./litre de lait stérilisé.

b - Les autres Vitamines B :

- Selon ENGEL les autres vitamines B ne seraient pas détruites par la stérilisation (B2 - B6 - B 12 - acide folique - acide nicotinique - biotine - acide pantothénique - vitamine P.P.)

- Au contraire selon KON :

La vitamine B 12 serait détruite en totalité. Quant à la vitamine B 6, qui se présente sous 3 formes :

forme alcoolique ou pyridoxine
forme aldéhydique ou pyridoxal
forme aminée ou pyridoxamine,

elle change de forme après action de la chaleur. Dans le lait cru la plus grande partie de cette vitamine existe sous forme aldéhydique ou pyridoxal. Tandis que dans le lait stérilisé la forme prédominante est la forme aminée ou pyridoxamine ; cette transformation se faisant avec une perte notable de vitamine.

5 - La teneur en vitamines du lait upérisé

se rapproche de celle du lait pasteurisé. Voici un tableau (revue générale des questions laitières - tome XXXV - mars Avril 55 - P. LANIESSE) comparant la teneur en vitamines des laits : pasteurisé, stérilisé à l'autoclave et upérisé.

Vitamines	Nombre d'échantillons analysés	Lait pasteurisé % moyen	Lait stérilisé % moyen	Lait upérisé % moyen
BI	4	100	70,7	83,7
B2	4	100	96,0	94,8
C	13	100	66,2	89,4
D	2	100	90,9	93,9

6 - Conclusion :

Seules les vitamines B1 - B12 et C subissent une destruction notable par l'action de la stérilisation, et le stockage à la lumière présente un effet destructeur important vis-à-vis des vitamines du groupe B (60 % pour BI - 20 % pour B6) et vis-à-vis de la vitamine C.
En fait, ces modifications diverses sont de peu d'importance. Ce que l'on demande à cet aliment est avant tout, une source d'apport suffisant de protides, de lipides, de glucides et de sels minéraux de première importance. "Le lait de vache stérilisé est encore notablement plus riche en vitamine BI que le lait maternel dont la teneur est de 2 à 3 fois moins élevée que celle du lait de vache cru". (M. GOUNELLE - Annales de la nutrition et de l'alimentation - Volume IX - N° 2). Voici à titre documentaire et récapitulatif de cette question importante concernant les propriétés biologiques du lait stérilisé, un tableau extrait d'un article de S.K. KON (National Institute for research in DAIRING Shinfield, reading-England).

Sorte de Lait	Eau %	Proteine %	Graisses %	Hydrate de Carbone	Calcium %	Vitamine A Quantité UI/100gr.	Vitamine A Perte %	Vitamine D Quantité UI/100gr.	Vitamine D Perte %	Vitamine B1 Quantité µ /100gr.	Vitamine B1 perte %	Riboflavine B2 Quantité µ /100gr	Riboflavine B2 Perte %	Acide Pantothenique Quantité µ /100gr.	Acide Pantothenique Perte %	Acide nicotinique Quantité µ/100gr.	Acide nicotinique perte %	Vitamine B 6 Quantité µ /100gr.	Vitamine B 6 Perte %	Biotine Quantité µ/100gr.	Biotine Perte %	Vitamine B 12 Quantité µ/100gr.	Vitamine B 12 Perte %	Vitamine C Quantité µ/100gr.	Vitamine C Perte %
Lait cru	87,6	3,3	3,6	4,7	0,12	150	-	2	-	45	-	150	-	350	-	100	-	25	-	1,5	-	0,3	-	2.-	-
Lait pasteurisé 1)Pasteurisation basse	87.6	3,3	3,6	4,7	0,12	150	néant	2	néant	40	10	150	néant	350	?	100	néant	25	néant	1,5	neant	0,27	10	1,6	20
2)Pasteurisation haute	87,6	3,3	3,6	4,7	0,12	150	neant	2	néant	42	10	150	neant	350	?	100	néant	25	néant	1,5	néant	0,3	10	1,8	10
Lait stérilisé 1) en flacon bouché à 107°2 c	87,6	3,3	3,6	4,7	0,12	150	neant	2	néant	36	35	150	néant	350	?	100	néant	25	(2)	1,5	néant	trace	90	1	50
2)en flacon bouché à III°c	87,6	3,3	3,6	4,7	0,12	150	neant	2	néant	25	45	150	néant	350	?	100	néant	25	(2)	1,5	neant	trace	90	1	50
Lait upérisé 1) upérisation à haute température simple	87,6	3,3	3,6	4,7	0,12	150	néant	?	néant	42	10	150	néant	350	?	100	neant	25	néant	1,5	neant	0,24	20	1,8	10
2)Upérisation à haute température suivie de stérilisation en flacon bouchée à 107°2 c pendant 20'	87,6	3,3	3,6	4,7	0,12	150	neant	?	neant	25	45	150	neant	350	?	100	?	25	(2)	1,5	néant	trace	90	1	50

? = Possibilité d'une légère perte.

(2)= Perte appréciable de disponibilité biologique.

Chapitre II

LA VALEUR NUTRITIVE DU LAIT STERILISE.

Il y a plus de 50 ans, un pédiatre, Monsieur LESNE s'élevait vigoureusement contre l'emploi du lait stérilisé en Pédiatrie. Il avait remarqué, disait-il, que les enfants de moins de 5 mois, ne digéraient et ne toléraient pas bien ce lait, pendant une période prolongée. Ce lait était selon lui, moins bien supporté à dose convenable que, non seulement le lait de femme, mais aussi que le lait pasteurisé, le lait bouilli 5 minutes et les laits industriels. Selon cet auteur, le chauffate au-delà d'une certaine limite, enlevait au lait sa valeur nutritive, probablement par suite du blocage d'acides aminés.

A cette même époque, les enfants atteints de scorbut avaient, dans la proportion de 50 % reçu une alimentation à base de lait stérilisé.

Monsieur LESNE concluait donc, que le lait stérilisé n'était pas recommandable pour les jeunes nourrissons de moins de 5 mois.

Depuis, la fabrication a réalisé de grands progrès et tout au long des années, des expériences furent faites pour savoir si oui ou non, la stérilisation ôtait toute valeur nutritive aux aliments stérilisés, au lait en particulier.

En 1932 la mission pôlaire de CHARCOT utilisa et consomma sans inconvénient des produits de conserve.
MATCHOAP-CHEFTEL- Mademoiselle THUILLOT nourrirent 6 générations de rats exclusivement avec des aliments stérilisés en boîtes. Leur courbe de croissance était normale et leur santé satisfaisante.

En 1934 OGILVIE & PEDEN comparant chez des enfants de 3 à 33 mois, la digestion gastrique du lait naturel et bouilli pendant de longues minutes, ne trouvèrent aucune différence notable.

ESCUDERO en nourrissant des rats avec exclusivement du lait bouilli, obtint chez ces animaux une croissance convenable.

KON & HENRY comparant la valeur biologique du lait cru et stérilisé, trouvèrent les chiffres suivants :

Lait cru : 84
Lait stérilisé : 79

La méthode de réplétion du rat, a montré qu'en ce qui concerne la valeur nutrive globale du lait stérilisé, il n'y a aucune différence sensible entre le lait cru et le lait chauffé 15' à 116° C.

Quant à la valeur nutritive et physiologique du lait upérisé elle a été étudiée chez le rat.

Les animaux furent divisés en 3 lots, chaque lot étant nourri avec une ration de base identique.

Le 1er lot reçu en plus du lait pasteurisé
Le 2ème lot reçu en plus du lait stérilisé.
Le 3ème lot reçu en plus du lait upérisé.

Le 27ème et le 80ème jours les gains de poids étaient identiques pour le 1er et le 3ème lot, et ce gain était supérieur à celui du 2ème lot.

La comparaison entre le lait de vache et le lait de femme a montré depuis longtemps quelles différences fondamentales quantitatives et qualitatives, existaient entre ces deux laits.

Dans le lait stérilisé les différences quantitatives demeurent, mais elles sont facilement corrigeables, tandis que les différences qualitatives sont pratiquement annulées.

a - Différences quantitatives

Par litre	Extrait sec	Graisses	Sucre	Albumine	Sels minéraux
Lait de vache	120 gr.	35 gr.	50 gr.	33 gr.	7 gr.
Lait de femme	120 gr.	35 gr.	70 gr.	14 gr.	2 gr.

Si la proportion entre l'eau et les substances dissoutes y est la même, le lait de vache contient une proportion élevée d'albumine et de sels minéraux. Au contraire les sucres y sont en quantité insuffisante. Le coupage et le sucrage remédient facilement à ces différences quantitatives.

Il n'existe pas de différence importante au point de vue vitamine. Au contraire :

la teneur en vitamine A qui est diminuée dans le lait stérilisé y est encore égale à celle du lait de femme.

la vitamine BI elle aussi diminuée par la stérilisation se trouve être encore en quantité plus importante dans le lait stérilisé que dans le lait de femme.

Pour la vitamine C, elle aussi détruite en partie par le chauffage et le stockage, il faut toujours compléter la ration par un apport exogène, quelque soit le type d'alimentation lactée de l'enfant.

b - Différences qualitatives

Les protéines du lait de vache et de femme sont les mêmes : caséine et lactalbumine, mais elles s'y trouvent dans des proportions différentes. Dans le lait de femme on trouve 8 gr. de caséine pour 6 gr. de lactalbumine par litre.
Dans le lait de vache on trouve 30 gr. de caséine pour 3 gr. de lactalbumine par litre

Le lait de vache contient donc 10 fois plus de caséine que de lactalbumine. La caséine est plus difficile à digérer et moins nutritive que la lactalbumine.

La difficulté de digestion est levée dans le lait stérilisé par l'homogénéisation qui donne un lait à "caillé mou" facilement attaqué par les ferments gastriques.

La diminution de la valeur nutritive du lait de vache, par rapport au lait de femme, est due à une insuffisance en lysine. Or, malheureusement dans le lait stérilisé la lysine ainsi que la cystine, se trouvent encore diminuées par l'action de la stérilisation.

Les graisses du lait de vache sont constituées de gros globules gras difficiles à digérer, mais nous avons vu que l'homogénéisation transforme complétement les globules gras, les rendant aussi digestibles que ceux du lait de femme.

Seuls les sucres sont de même qualité dans les deux laits et sont entièrement assimilés. Le chauffage pour la stérilisation n'altère en rien leur valeur nutritive.

Donc, en conclusion, lorsque l'alimentation maternelle n'est pas possible, le lait homogénéisé stérilisé est beaucoup mieux supporté que le lait cru, bouilli, pasteurisé ou industrialisé, à cause de sa meilleure digestibilité. Par les protides, les lipides et les sels minéraux qu'il contient, il conserve la même valeur nutritionnelle concernant la croissance et la réparation de l'usure tissulaire que le lait cru, bouilli ou pasteurisé.

TROISIEME PARTIE

LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DU LAIT STERILISE.

Chapitre I

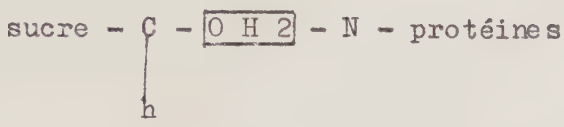
Depuis PASTEUR, on utilise la chaleur pour supprimer les micro-organismes. Jusqu'à ces dernières années, les essais de fabrication de lait stérilisé se heurtaient à de nombreux échecs. En 1931 HISCOX pouvait écrire : "le lait stérilisé est rarement stérile". C'est pourquoi hygiénistes et pédiâtres s'insurgeaient contre son emploi dans l'alimentation des nourrissons.

Les améliorations techniques qui permettent de garder aux produits traités actuellement, leur apparence de lait frais, leurs propriétés organoleptiques principales, et leurs caractères biochimiques essentiels, permettent-elles d'obtenir un lait de valeur bactériologique satisfaisante ? C'est une question importante, car malgré les progrès de recueil et de transport des laits crus, ceux-ci sont encore très souvent dans notre pays de mauvaise qualité. La meilleure garantie est la stérilisation complète. D'ailleurs légalement le problème est très simple. Les décrets du 25/3/1924, puis du 16/7/1955 déclarent que "tout lait vendu sous la dénomination de lait stérilisé ne doit contenir aucun germe vivant". Un chauffage à 130° c pendant 15' permet d'obtenir un lait bactériologiquement pur mais dénaturé.

La stérilité absolue étant difficile à obtenir, on a défini un lait stérilisé commercial ainsi schématisé :

1 - Absence de germes pathogènes et toxinogènes

2 - Absence d'altération au cours d'un stockage normal, seule étant tolérée la réaction enzymatique de MAILLARD qui donne au lait un léger goût :



3 - Absence des formes végétatives ou de spores de bactéries revivifiables, susceptibles d'altérer le produit.

4 - Absence de coagulation après incubation de 10 jours à 55° c ou 20 jours à 30° c.

Pour obtenir un lait stérilisé de valeur bactériologique satisfaisante il faut :

1 - Un lait propre au départ, c'est d'une importance primordiale.

2 - Des installations et des appareils entretenus en parfait état de propreté : (en particulier l'embouteilleuse et la capsuleuse) et de marche : soumis à des vérifications par des Services de Contrôle.

3 - Un conditionnement rationnel : emballage perdu (évitant le réensemencement du lait par des bouteilles mal lavées), étanche, opaque et résistant, permettant une agitation violente pendant le chauffage et le refroidissement.

4 - Un contrôle des produits avant la sortie de l'Usine.

Prélever des flacons au début et à la fin de la journée, et les soumettre à une incubation de 48 heures à 37° c. A l'issue de ce délai, procéder aux examens suivants :

1 - Examen organoleptique

2 - Mesure du pH.

3 - Epreuve à l'alcool.

4 - Test de turbidité d'Aschaffenburg.

Ces 4 tests (dont les détails sont indiqués dans le chapitre suivant) doivent donner les mêmes résultats que ceux qui auront été obtenus sur les mêmes laits aussitôt après leur stérilisation.

CONTROLE DE LA STERILITE.

Chapitre II

Pour que le contrôle de la stérilité soit efficace, il faut qu'il soit exécuté dans des délais beaucoup plus courts que ne le peuvent être, réunis, le stockage et la distribution.

I - SUR UN PREMIER ECHANTILLON SERONT PRATIQUES :

1 - Un examen organoleptique (odeur, couleur, et saveur).

2 - Une mesure du pH à l'électropotentiomètre.

Le pH normal est 6, 4 à 6,6. Si le pH devient inférieur à 6,1 le lait est altéré.
Le pH initial servira de référence pour comparer avec le pH après étuvage.

3 - Epreuve à l'alcool (avec alcool à 68°).

Mélanger à partie égale : lait + alcool additionné de pourpre de bromo-crésol.
Observer la floculation éventuelle.

La coagulation du lait à l'alcool correspond à un état d'instabilité de la caséine, résultant soit de la formation d'une certaine quantité d'acide lactique dans le lait, soit d'un début de protéolyse de la caséine elle-même, soit des 2 phénomènes réunis.

4 - Test de turbidité d'Aschaffenburg :

Ce test représente le seul critère réglementaire adopté en Grande-Bretagne.

Il tend à vérifier que le degré de chauffage auquel a été soumis le lait n'a pas été inférieur au minimum exigible pour la stérilisation (100° c). Il met de plus en évidence la dénaturation des protéines solubles sous l'action de la chaleur ; mais une réaction négative ne signifie pas que le lait soit stérile. Par exemple, sur 378 prélèvements, avec aucun résultat positif, THEULIN, BASILLE& ROSSET trouvèrent néanmoins 79 laits non stériles.

Mode opératoire :

Mélanger dans un Erlenmeyer 20 ml. de lait et 4 grs. de sulfate d'ammonium, agiter une minute, laisser reposer 5 minutes, filtrer sur papier, et prélever 5 ml. de filtrat que l'on place dans un bain-marie bouillant pendant 5'.
Refroidir et noter l'aspect du liquide devant une source lumineuse. S'il s'agit d'un lait pasteurisé le liquide est trouble, s'il s'agit d'un lait chauffé au-dessus de 100° c le liquide est limpide.

II - UN DEUXIEME ECHANTILLON EST PLACE A L'ETUVE A 55° PENDANT 10 JOURS :

Chaque jour le flacon sera examiné, agité, puis replacé dans l'étuve. Si on décèle une altération physique du contenu (coagulation, peptonisation, protéolyse) l'incubation est interrompue.

Lorsque le lait est sorti de l'étuve, la bouteille devra être ouverte aseptiquement. La capsule et le goulot seront préalablement nettoyés à l'alcool à 95° puis flambés. Le chauffage à l'autoclave

créant un vide dans la bouteille, il vaut mieux l'ouvrir en atmosphère stérile. On utilise à cet effet des petites cellules de travail alimentées en air filtré passé sur des lampes émettrices d'U.V.

Puis, la bouteille étant ouverte aseptiquement, on fait immédiatement l'examen bactériologique complet, ou si on veut commencer par les autres examens, il est absolument nécessaire de faire un prélèvement de 20 à 30 ml. de lait dans un flacon stérile.

A - EXAMEN BACTERIOLOGIQUE COMPLET :

Cet examen comprend, d'une part l'examen direct d'un étalement de lait, d'autre part l'ensemencement et la culture de quelques centimètres cubes de lait, puis éventuellement de l'identification des espèces qui se sont développées.

1 - Examen direct :

On étale un peu de lait en couche mince sur une lame. Puis on sèche, on fixe par l'alcool éther ou par l'alcool flambé ; on dégraisse par action du xylol. La préparation est alors colorée.
On dispose de 2 sortes de colorations :

- celle qui colore les germes et
- celle qui colore les spores de bacillaceae.

a - Coloration des germes :

Le bleu de méthylène colore très bien tous les germes sauf les bacilles qui sont souvent avec cette coloration, pâles, fantomatiques. Comme la plupart des contaminations trouvées dans le lait stérilisé sont des bacilles, nous avons donc recherché une coloration plus puissante.

- La coloration au May Grunewald Giemsa rapide nous a donné d'excellentes images de bacilles bien colorés, les spores apparaissant même en négatif.

- Une solution de Giemsa (30 cc d'eau distillée + 30 gouttes de Giemsa) où l'on met la préparation à tremper quelques jours donne les mêmes résultats.

b - Coloration des spores de bacillaceae :

Nous avons employé la méthode de Moeller. Après séchage et dégraissage on fait agir :

- Alcool à 95° = 2 minutes
- Chloroforme = 2 "
- mordançage par l'acide chromique à 5 % = 5 minutes
- Laver abondamment puis colorer par la fuschine de Ziehl en chauffant plusieurs fois jusqu'à émission de vapeur.
- différencier quelques secondes par du chlorydrate d'aniline à 2 % puis par l'alcool absolu
- Colorer ensuite le fond par une solution aqueuse de bleu de méthylène.

Les spores apparaissent colorés en rouge sur le fond bleu des bacilles.

Il est important d'employer une bonne coloration pour pouvoir évaluer la quantité de bacilles par champ, ce qui donne une idée de la contamination dans le cas des laits non conformes.

2 - Ensemencement et culture -

On dispose de nombreux milieux de culture. Les plus employés actuellement sont :

a - milieux liquides en aérobiose et anaérobiose conjuguées.

Parmi ces milieux on emploie :

- Le milieu de Rosenow (Annale Inst. Past. Lille 1951 - 4 - 149)
- Le bouillon V F (F. Lebert & P. Tardieux Technique d'isolement et de détermination des bactéries anaérobies - Pacomby Editeurs 1952 - 1 - 14.)
- Le milieu liquide à l'acide thioglycolique

- peptone tryptosique ou digestat de caséine	15 gr.
- extrait de levure	5 gr.
- glucose	1 gr.
- ClNa	3 gr.
- L - cystine	0 gr. 75
- acide thioglycolique	0,3 ml.
- agar en poudre	1 gr.
- eau distillée	1000 ml.

pH final : 7,2

Tous ces différents milieux liquides seront additionnés de 2 o/oo d'amidon soluble qui neutralise l'effet inhibiteur de certains de leurs constituants sur la germination des spores de bacillaceae.

Ils seront de plus régénérés avant l'emploi afin d'éliminer les gaz dissous (par un séjour de 10 minutes dans un bain-marie bouillant).

b - Milieu liquide favorable à la culture des bacillus ou milieu à la tryptose "Difco".

- Tryptose "difco"	10 gr.
- extrait de levure	3 gr.
- glucose	1 gr.
- ClNa	5 gr.
- Amidon soluble	2 gr.
- $PO_4 H K_2$	1 gr.
- Eau distillée	1000 ml.

pH final = 7

quelque soit le milieu employé on procède comme suit pour l'ensemencement et la culture :

20 ml. de milieu sont additionnés de 2 ml. de lait à examiner.
Les tubes contenant le milieu de Rosenow sont recouverts d'un disque de paraffine stérile.
Les tubes sont mis à l'étuve à 55° c pendant au moins 6 jours.
A ce moment on procède aux subcultures de leur contenu :

- En bouillon VF gelosé à 8o/oo + 2 o/oo d'amidon soluble, pour celles provenant des cultures en milieu de Rosenow.
- En gélose tryptose "difco" pour celles provenant des cultures en bouillon à la tryptose :

- tryptose difco	20 gr.
- extrait de levure	3 gr.
- glucose	1 gr.
- ClNa	5 gr.

- Amidon Soluble 2 gr.
- Po_4HK_2 1 gr.
- Agar en poudre 17 gr.
- eau distillée 1000 ml.

pH final : 7

Les subcultures sont placées à l'étuve à 55° C pendant 6 jours. On note alors l'apparition éventuelle de colonies et on identifie les espèces qui se sont développées.

c - Certains auteurs (Thieulin - Basille et Rosset- Revue Générale des questions laitières N° 375 - 376 Mai-Juin 1958) préfèrent aux ensemencements précédents un repiquage en lait écrémé stérile préparé à partir de lait sec.

Les fioles sont ensemencées de la façon suivante :

1 ml. de lait à examiner

dans 60 ml. de lait écrémé stérile.

Ces auteurs examinèrent 378 bouteilles de lait stérile 79 échantillons subirent une altération au cours de l'étuvage à 55° c. Tous se sont révélés capables de provoquer la même altération dans 60 fois leur volume de lait écrémé stérile. L'altération observée est donc bien d'origine microbienne puisqu'elle est transmissible par inoculation.

3 - Identification des germes à partir des subcultures :

a - les anaérobies sont identifiés en se basant sur les caractères suivants :

- morphologie - mobilité
- aspect des colonies

- vitesse de culture
- abondance des gaz
- altérations du lait
- production de SH_2 et d'indol.
- fermentation du saccharose, de l'amidon, de la glycérine et de la mannite.

b - Les aérobies sont identifiés d'après les caractères suivants :

- morphologie
- position éventuelle de la spore
- aspect des colonies
- action sur le glucose, l'arabinose, le xylose et l'amidon
- utilisation du citrate et de l'urée
- production de lecithinase
- caractères d'aérobiose

B - LES AUTRES EXAMENS A PRATIQUER SONT :

1 - Nouvel examen organoleptique : rechercher l'apparition d'un goût amer.

2 - Nouvelle épreuve à l'alcool.

3 - Coagulation ou protéolyse : si elle n'est pas apparente centrifuger 5' à 1.000 tours-minute pour accélérer la sédimentation éventuelle.

4 - Epreuve d'ébullition : placer un peu de lait dans un bain-marie bouillant pendant 5' et observer la floculation éventuelle.

5 - Nouvelle mesure du pH électrométrique et comparaison avec le pH initial avant étuvage.

III - UN TROISIEME ECHANTILLON EST PLACE 20 JOURS A L'ETUVE A 30° c

Le déroulement des différents examens après étuvage à 30° c est exactement le même qu'après étuvage à 55° c, sauf que les cultures et subcultures effectuées seront placées à 30° c.

IV - EXEMPLE DE RESULTATS OBTENUS AVEC CETTE METHODE :

Les tableaux que nous reproduisons ci-dessous sont extraits de l'article de MM. BRETON & GAUTIER. (La qualité bactériologique des laits stérilisés. Semaines des Hôpitaux - Thérapeutique N° 4-4/59).

Ces auteurs ont analysé avec la méthode précédente 224 laits stérilisés, employant 3 échantillons, et 2 incubations (30° c pendant 20 jours et 55° c pendant 10 jours).

Le 1er tableau correspond au pourcentage d'échantillons contaminés :

1954 - 55	36 échantillons	25 stériles 11 contaminés	= 30 %
1956 - 57	188 échantillons	155 stériles 33 contaminés	= 17 %

- la première période correspond aux débuts de fabrication dans des ateliers récemment installés.
- La deuxième période correspond à une fabrication normale.

Le 2ème tableau correspond à l'étude des contaminations :

44 laits contaminés	30 Bacillus 3 clostridium perfringens 1 clostridium thermophile	les spores de ces germes ont résisté à une stérilisation apparemment convenable.
	5 lacto-bacillus 1 corynébactérium 1 staphylococcus pathogène 2 micrococcus 1 sarcine	Parmi ces Bactéries : - certaines sont devenues thermo-résistantes au contact des matières grasses du lait. - Certaines témoignent d'une contamination postérieure à la stérilisation provenant de micro-fuites au niveau des capsules.

Dans ce tableau les bacillaceae dominent nettement par leur fréquence : ils sont 3 fois plus nombreux que les autres germes. Leurs spores ont résisté à une température de chauffage apparemment correcte.

Quant à la flore variée trouvée dans le second groupe, elle proviendrait (d'après MM. GAUTIER & BRETON) soit d'une contamination après traitement (microfuite au niveau des capsules) soit d'une augmentation de la résistance à la chaleur par action protectrice les matières grasses du lait.

Chapitre III

LE TRAVAIL EFFECTUE AU LABORATOIRE DES EPIDEMIES.

Le Laboratoire de la répression des Fraudes ne peut appliquer exactement la technique d'analyse exposée dans le chapitre précédent. Il ne dispose en effet, que d'un seul échantillon, fourni aux inspecteurs par les commerçants. Il est donc impossible de faire 2 incubations, et de comparer les caractères physico-chimiques avant et après étuvage.

Le processus d'examen sera donc :

1 - Etuvage

2 - Ouverture stérile, comprenant :

nettoyage du bouchon et du goulot à l'alcool-flambage - ouverture dans une cellule de travail alimentée en air stérile par passage sur des lampes à ultra-violets.

3 - Examen bactériologique complet.

- Examen direct
- ensemencement et culture.
- identification des germes.

4 - Examen physico-chimique.

Au cours des différentes analyses, c'est sur l'étuvage et l'examen bactériologique qu'ont été essayées différentes techniques :

1 - Un premier lot de 77 échantillons (70 bouteilles et 7 boîtes)

fut examiné comme suit :

A - Un étuvage de 10 jours à 31° c puis 10 jours à 37° c

Chaque jour, la bouteille est examinée, agitée. Si la floculation se produit avant le délai de 20 jours d'étuve, la bouteille est sortie immédiatement et analysée.

B - Après ouverture stérile - Examen bactériologique complet, comprenant :

1 - Examen direct d'un frotti de lait séché, fixé à l'alcool éther, dégraissé par le Xylol et coloré au bleu de méthylène.

2 - l'ensemencement

en gélose lactosée (aérobiose)
en gélose veillon (anaérobiose)

Tous deux mis à l'étuve à 31° c pendant 6 jours au moins.

3 - L'identification des germes à partir de colonies éventuelles.

C - Examen physico-chimique :

1 - Mesure à l'électropotentiomètre du pH électrométrique.

2 - Epreuve de l'Ebullition

Un tube à essai de lait étant mis 5 minutes au bain-marie bouillant, on y recherche la floculation si celle-ci n'est pas apparue en cours d'étuvage.

3 - La centrifugation

5 minutes à 1.000 tours/minute, pouvant également mettre en évidence une éventuelle floculation.

D - Résultats Obtenus :

1 - Parmi les bouteilles = 70 échantillons - 2 coagulations

	% de Contamination	pH	Examen direct	Cultures	
				Gélose lactosée	Gélose Veillon
Echantillons non coagulés 68	2,8 %	6,2 à 6,5	0	0	0
Echantillon coagulé					
à l'étuve 1		5,7	0	0	0
à l'ébullition 1		6,2	0	0	0
à la centrifugation 0					

2 - Parmi les boîtes : 7 échantillons
0 coagulation

	% de Contamination	pH	Examen direct	Cultures	
				Gélose lactosée	Gélose Veillon
Echantillons non coagulés 7	0 %	5,8 à 6,4	0	0	0
Echantillon coagulé					
à l'étuve 0					
à l'ébullition 0					
à la centrifugation 0					

Conclusions :

Pourcentage de contamination très faible pour les bouteilles, nul pour les boîtes.

Examen direct et culture : Négatif - donc, résultat satisfaisant.

II - Un deuxième lot de 88 échantillons : 78 bouteilles et 10 boîtes.

fut soumis aux changements de technique suivants :

1 - L'étuvage : les bouteilles furent placées 10 jours à 55° c

2 - L'ensemencement : en anaérobiose se fit indifféremment en gélose veillon ou en bouillon V.F.

3 - L'épreuve de centrifugation fut supprimée.

Résultats obtenus : 1 - parmi les 78 bouteilles

72 laits stérilisés homogénéisés				= 14 contaminations		
5	"	"	" chocolatés	= 4	"	18 contaminations.
1	"	"	" aromatisé à l'ananas	= 0	"	

	% de contamination	pH	Examen direct	CULTURES Gélose lactosée	Gélose veillon ou bouillon V.F.
Echantillons non coagulés : 60		6,2 à 6,5	2 lames : coccies 2 " : bacilles	0	0
Echantillons coagulés 18	23 %				
- à l'étuve : 14 laits stérilisés homogénéisé	19,5 %	4,6 à 5,2	7 lames : bacillus sporulés 1 " : bacilles 6 " : [illegible]	3 fois/18 présence de bacillus germes de l'air ?	0
- à l'étuve : 4 laits chocolatés	80 %	4,9 à 5,8	2 lames : bacilles 2 " : 0	[illegible]	0
- à l'ébullition = 0					

2 - Parmi les 10 boîtes : aucune contamination

	% de contamination	pH	Examen direct	Cultures	
				Gélose lactosée	Gélose Veillon ou Bouillon VF
Echantillons non coagulés : 10	0	5,7 à 5,9	0	0	0
- échantillons coagulés à l'étuve : 0 à l'ébullition : 0					

3 - CONCLUSIONS :

L'augmentation de la température d'étuvage semble avoir augmenté le pourcentage de contamination parmi les bouteilles puisqu'il passe de 2,8 % à 23 %.

De plus l'examen direct révèle la présence de bacillus. Quant aux colonies de bacilles obtenues en gélose lactosée, les subcultures n'ayant pas été effectuées, on peut difficilement conclure à une culture positive.

Au contraire les boîtes ont un comportement parfait après étuvage à 55° c, aucune contamination n'étant relevée.

III - UN TROISIEME LOT DE 53 ECHANTILLONS : 43 bouteilles et 10 boîtes

subit le mode opératoire suivant :

1 - Etuvage de 10 jours à 55° c

2 - ouverture en air stérile

3 - Examen bactériologique complet.

a - Examen direct :

La coloration employée est soit celle de May Grunewald Giemsa rapide, soit trempage pendant quelques jours dans une solution de Giemsa.

Pour colorer les spores nous avons employé la méthode de Moëller.

b - Culture

L'ensemencement fut fait :

1 - en gélose lactosée additionnée de 2 o/oo d'amidon soluble.

2 - en bouillon additionné de 2 o/oo d'amidon soluble.

3 - en gélose Veillon et en Bouillon VF.
Les milieux solides sont mis à l'étuve à 31° C
Les milieux liquides sont mis à 37° C

4 - Les examens Physico-chimiques (épreuve d'ébullition et mesure du pH) ne subirent pas de modification.

Résultats observés :

1 - Parmi les 10 Boîtes : 7 apparurent stériles

3 présentèrent une altération après étuvage.

	% de contamination	pH	Examen direct	Cultures		
				Gélose lactosée + 2 o/oo d'amidon soluble	Bouillons + 2 o/oo Amidon soluble	Gélose Veillon ou Bouillon VF
Echantillons stériles 7		5,8 à 6,6	0	0	0	0
Echantillons altérés - à l'étuve 3	30 %	5,9 à 6,1	2 lames : Bacilles en massue disposée en chaînette	+	+	0
			1 lame : coccis en chaînette	+	+	0
- à l'ébullition : 0						

C'était la 1ère fois qu'on observait une contamination dans une boîte de lait stérilisé.

Sans être coagulé, le lait ne présentait pas son aspect habituel, il semblait moins homogène, plus jaunâtre.

L'examen direct révèla :

1 - Dans 2 boîtes la présence de bacillus en massue disposés en chaînette.

La culture sur gélose donna lieu à l'apparition de colonies blanc grisâtre, nombreuses qui à l'examen au microscope se révèla être des bacillus courts, granuleux, en amas. Des subcultures furent effectuées en bouillon mis à l'étuve à 55° c et qui donnèrent lieu à un trouble floconeux.

2 - Dans 1 boîte l'examen direct montre la présence de cocci en chaînette qui en culture sur gélose lactosée + amidon donnèrent des colonies très fines, presque transparentes, semblant être des streptocoques. Ces colonies furent réensemencées.

- sur bouillon = cocci en chaînette gram +

- sur eau peptonée = pas d'indol.

2 - Parmi les 43 Bouteilles : 43 échantillons - 9 contaminations

	% de Contamination	pH	Examen direct	CULTURES			
				Gélose lactosée + 2 o/oo amidon soluble	Bouillon + 2 o/oo amidon soluble	Gélose Veillon ou Bouillon VF	Lait écrémé stérile
Echantillon non coagulés 34		6,2 à 6,8	31 lames : rares bacilles sporulés 3 lames : très nombreux bacilles sporulés.	0	0	0	0
Echantillons coagulés - A l'étuve 9 - A l'ébullition 0	= 26,5 %	4,8 à 5,8	très nombreux bacilles sporulés les spores sont plutôt terminales	0	±	0	+ coagulation

- Le pourcentage de contamination se maintient aux alentours de 25 % comme pour le 2° lot. C'est donc que l'incubation à 55° c permet à des spores de bactéries revivifiables de se développer et de donner naissance à des bacilles.

- L'examen direct avec la coloration de May Grunewald Giemsa montre que même dans des laits stériles, il peut exister un nombre incalculable de bacilles. C'est qu'au départ, avant la stérilisation ces laits étaient manifestement souillés.

Les bacilles sporulés sont les seuls germes que nous ayons rencontrés dans les bouteilles de lait stérilisé. Ils sont généralement assez gros, parfois filamenteux, parfois granuleux comme altérés par la haute température à laquelle ils ont été soumis. Généralement sporulées, leurs spores sont soit centrales, soit terminales.

- La culture de ces laits a toujours été négative en milieu solide et rarement positive en milieu liquide. Seul le lait écrémé stérile coagule toujours quand on lui adjoint quelques cm^3 de lait contaminé. La coagulation étant donc bien d'origine microbienne, nous avons pensé que les germes ayant résisté à de si fortes températures étaient des Thermophiles.

C'est pourquoi, récemment, tous les laits coagulés après incubation à 55° c furent ensemencés en milieu liquide (bouillon + 2 o/oo d'amidon soluble) et placés à l'étuve à des températures croissantes 37 - 41 - 46 - 55 - 60° c.

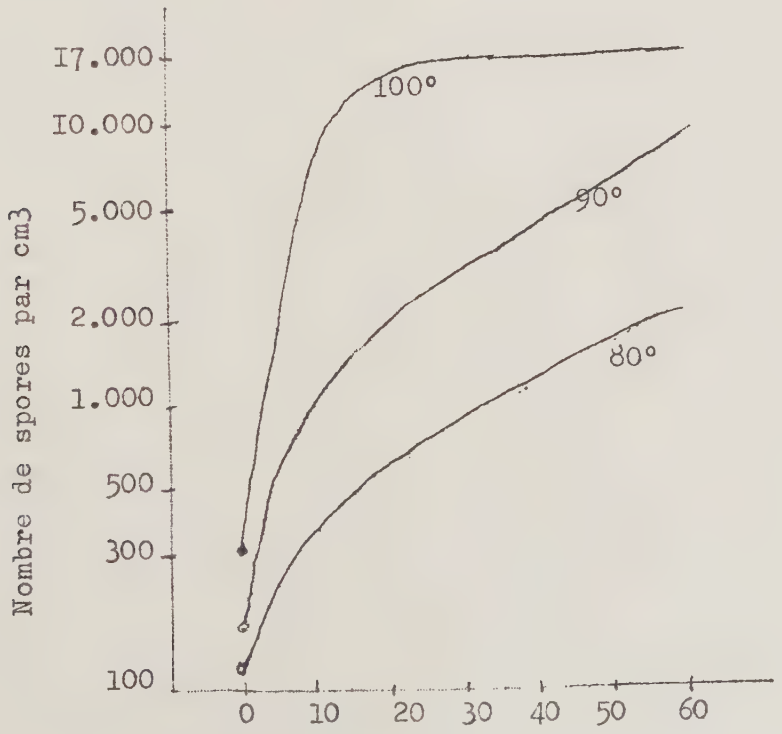
Plus la température augmente, plus la culture est abondante :

- à 37° on observe quelquefois un léger trouble floconneux au fond du tube,
- mais à 41 - 46 - 55 - 60° c, la culture est toujours positive, et le trouble floconneux est très abondant à 55 et 60° c.

- Des subcultures ont été faites à partir de ce trouble et ensemencées en gélose lactosée additionnée de 2 o/oo d'amidon soluble :

- placées dans les mêmes conditions de température, elles poussèrent très bien, donnant des colonies blanc grisâtre, en tête d'épingle, d'aspect un peu luisant. Des repiquages sur pomme de terre furent beaucoup moins fructueux ne donnèrent qu'une fois un enduit blanchâtre.

- L'examen au microscope des colonies ainsi obtenues, ou du trouble floconneux de bouillom, montre qu'il s'agit de bacilles identiques à ceux observés lors de l'examen direct ; mais ils sont altérés par la chaleur, A 55 et 60° c ils deviennent tortueux, flexueux, granuleux. Le nombre des spores augmente régulièrement avec la température. Ce qui concorde bien avec les courbes établies par M. PLOMMET (Ebullition domestique du lait. Son action sur la flore microbienne et les constituants du lait) montrant l'action de la chaleur sur les spores de B. subtilis.



Temps en minutes.

Non seulement ces spores résistent à l'ébullition, mais elles voient leur germination activée par un chauffage prolongé.

- La nature de ces Bacillus Thermophilus n'a pas pu être établie en raison de leur difficulté d'identification, leurs caractères biochimiques semblant être rendus aberrants par le violent chauffage auquel ils sont soumis.
Mais certains auteurs ont pu les identifier.
C'est ainsi que
Smith-Gordon & Clark sur 230 germes identifiés à partir de lait stérilisé contaminé trouvèrent :

  - 204 B. subtilis et B. licheniformis
  - 10 B. pumilus
  - 8 B. coagulans
  - 4 B. megatherium
  - 2 B. céreus
  - 1 B. mycoïdes
  - 1 B. laterosporum

Grinsted & Clegg sur 305 germes isolés trouvèrent :

  - 190 B. licheniformis
  - 68 B. subtilis
  - 31 B. brevis
  - 10 B. circulans
  - 4 B. macereus
  - 2 B. pumilus

IV - CONCLUSION

A - Des résultats exposés ci-dessus nous pouvons conclure que :

1 - L'incubation à 55° c est préférable à l'incubation à 30 - 37°c.

D'abord elle requiert un délai plus court. Dans plus de la moitié des cas, la réponse est acquise avant la fin de la 5ème journée d'étuvage. Il est donc alors encore possible d'intervenir pour stopper la vente du lot suspect.

- Ensuite elle est beaucoup plus efficace : seule elle a permi de mettre en évidence des germes dans les boîtes de laits stérilisés. A 55° c le pourcentage de contamination des bouteilles apparaît 2 fois plus important qu'à 30 - 37° c.

2 - La contamination observée dans les bouteilles est faite uniquement de bacilles sporulés thermophilles.

Seules les spores de ces germes ont pu résister à la température de stérilisation. A la température ordinaire leur germination ne peut se produire.
Elles sont dites "dormantes". L'effet dormant qui camouffle l'existence de spores revivifiables disparaît à une température élevée (55° c).

3 - Parmi les boîtes on a observé également la présence de cocci en chaînette, semblant être des streptocoques.
Comment ces germes ont-ils pu résister à la température de stérilisation ? Peut-être comme le pensent MM. GAUTHIER et BRETON par action protectrice de la graisse du lait.

4 - Quant aux milieux de culture favorables il semble que les milieux liquides, additionnés de 2 o/oo d'amidon soluble, soient plus favorables que les milieux solides, tout au moins pour le 1er ensemencement. Les subcultures poussent plus facilement en milieu solide.

5 - L'examen bactériologique complet n'étant pas réalisable dans des délais suffisamment courts pour pouvoir interrompre la vente des bouteilles correspondantes, en cas de contamination, il est souhaitable :

- que toutes les usines effectuent un stockage du lait avant la vente, jusqu'au résultat fourni soit par le Laboratoire personnel de l'Usine, soit par un Laboratoire Officiel.

B - Un lait stérilisé contaminé peut-il être toxique, sa contamination ne se manifestant que par des signes extérieurs réduits ou nuls ?

La flore de contamination étant constituée uniquement de bacilles thermophiles, le pouvoir pathogène du lait stérilisé non conforme, semble bien réduit :

- Le bacillus céreus aurait pour certains auteurs une certaine responsabilité dans la genèse de toxi-infections alimentaires.

- Le clostridium perfringens que nous n'avons jamais mis en évidence, mais qui l'a été par certains auteurs, provoque également des toxi-infections.

- En raison du stockage parfois prolongé, on peut voir apparaître des toxines microbiennes ou des sous-produits toxiques provenant de la transformation des constituants du lait.

- Si la qualité bactériologique du lait stérilisé ne dépend pas du nombre de germes présents au départ, la destruction massive de grandes quantités de germes altère ses qualités et peuvent le rendre toxique (MOSSEL). Le lait cru de départ ne doit donc pas être un lait inutilisable pour la pasteurisation, mais un lait propre.

Les méthodes actuelles de stérilisation ont marqué un réel progrès. La préstérilisation en couche mince et à température élevée, l'emploi de stérilisateurs continus permettent d'obtenir des

produits aux qualités physico-chimiques, biologiques et bactériologiques satisfaisantes.

Le lait correctement stérilisé constitue un aliment de qualité, sans danger, de conservation pratiquement indéfinie, évitant à la ménagère la perte de temps due à l'achat journalier de son lait et de son ébullition, et permettant aux pays en cours de développement et de grande superficie d'éviter l'emploi coûteux des voitures frigorifiques.

Quelques précautions sont indispensables :

- Contrôles fréquents, techniques et bactériologiques, des installations de stérilisation, pour apprécier la régularité de leurs fabrications.

- Stockage des flacons à l'abri de la lumière.

D'autres techniques viendront prendre la relève des méthodes actuelles. Déjà l'upérisation aboutit à l'obtention d'un produit absolument stérile, aux composants beaucoup moins altérés que lors d'un chauffage à une température plus basse, mais plus prolongée.

produits aux qualités physico-chimiques, biologiques et bactériologiques satisfaisantes.

Le lait correctement stérilisé constitue un aliment de qualité, sans danger, de conservation pratiquement indéfinie, évitant à la ménagère la perte de temps due à l'achat journalier de son lait et de son ébullition, et permettant aux pays en cours de développement et de grande superficie d'éviter l'emploi coûteux des voitures frigorifiques.

Quelques précautions sont indispensables :

- Contrôles fréquents, techniques et bactériologiques, des installations de stérilisation, pour apprécier la régularité de leurs fabrications.

- Stockage des flacons à l'abri de la lumière.

D'autres techniques viendront prendre la relève des méthodes actuelles. Déjà l'upérisation aboutit à l'obtention d'un produit absolument stérile, aux composants beaucoup moins altérés que lors d'un chauffage à une température plus basse, mais plus prolongée.

produits aux qualités physico-chimiques, biologiques et bactériologiques satisfaisantes.

Le lait correctement stérilisé constitue un aliment de qualité, sans danger, de conservation pratiquement indéfinie, évitant à la ménagère la perte de temps due à l'achat journalier de son lait et de son ébullition, et permettant aux pays en cours de développement et de grande superficie d'éviter l'emploi coûteux des voitures frigorifiques.

Quelques précautions sont indispensables :

- Contrôles fréquents, techniques et bactériologiques, des installations de stérilisation, pour apprécier la régularité de leurs fabrications.

- Stockage des flacons à l'abri de la lumière.

D'autres techniques viendront prendre la relève des méthodes actuelles. Déjà l'upérisation aboutit à l'obtention d'un produit absolument stérile, aux composants beaucoup moins altérés que lors d'un chauffage à une température plus basse, mais plus prolongée.

CONCLUSIONS

Le lait stérilisé homogénéisé semble être le lait de l'avenir :

- En effet il présente des avantages considérables : digestibilité accrue, répartition uniforme de la crème, impossibilité de fraude par l'écrémage. Il garde toutes ses propriétés nutritives, en particulier en ce qui concerne les vitamines.

- En stérilisant le lait au lieu de production, on évite les pollutions microbiennes ultérieures si fréquentes, avec le lait pasteurisé (la chaîne du froid pendant le transport étant très relative); ces pollutions ayant pour conséquences la transformation en produits parfois toxiques des substances nutritives du lait.

- En outre si le lait correctement pasteurisé peut contenir des germes pathogènes, des bacilles de Koch en particulier, le danger infectieux disparait avec l'usage du lait stérilisé.

Il y a donc lieu de souhaiter, malgré les investissements très onéreux déjà faits dans les usines de pasteurisation, un développement de plus en plus grand des usines de stérilisation du lait en France.

Vu, le Président de Thèse :

Professeur BOYER

Vu, le Doyen de la Faculté :

Professeur L. BINET

Vu, et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris :

J. SARRAILH

BIBLIOGRAPHIE

ANNALES DE LA NUTRITION et de l'ALIMENTATION (Volume IX - N°2)

REVUE "LE LAIT"

N° 351-352 "Progrès récents dans la fabrication des laits entiers et concentrés stériles" (E.O. Herfield Station expérimentale agricole de l'Illinois Urbana Illinois).

N° 371-372 "Remarques sur la stérilisation du lait" (Cheftel. Thomas).

N° 375-376 "Le contrôle sanitaire du Lait. Inspection du lait stérilisé" (Thieulin. Basille. Rosset.)

N° 381-382 "Tableau des différentes sortes de lait de vache, liquides et leurs pertes en valeur nutritive au cours de la stérilisation".(S.K. Kon National Institute for research in Dairing Shinfield. reading England).

"Détermination de la durée de chauffage dans un appareil de stérilisation du lait à très haute température."
(Hermier. Verge. Grosclaude).

REVUE D'HYGIENE ET DE MEDECINE SOCIALE (Tome V N°2)

REVUE GENERALE DES QUESTIONS LAITIERES (Tome XXXV - Mars - Avril 1955. P. Laniesse).

"LAIT STERILISE ou LAIT STABILISE " Etudes techniques (Cl. Peylet).

LA SEMAINE DES HOPITAUX. Thérapeutique N° 4 Avril 1959

C.N.E.R.N.A. Commission de bactériologie du lait.

L'ANALYSE BACTERIOLOGIQUE DES LAITS STERILISES (M. Mossel).

EBULLITION DOMESTIQUE DU LAIT - Son action sur la flore microbienne et les constituants du lait (M. Plommet).